كيف يعمل

الصاروخ



محمود توفيق

2013

دار الشروق

كيف يعمل
الصاروخ ؟

© دار الشروق

بيروت : ص.ب : ٨٠٦٤ - هاتف : ٣١٥٨٥٩ - ٣١٥١-١ - برقياً : داشروق
القاهرة : ١٦ شارع جواد حسني - هاتف : ٧٥٤٣١٤ - برقياً : شروق القاهرة

سلسلة الشروق العلمية

كيف يعمل

الصاروخ

اشراف : الدكتور سيد رمضان هدارة

دار الشروق

الطبعة الثالثة
مزيدة ومنقحة
١٩٧٩

المحتويات

الأسير يحطم قيوده

فى ربيع عام ١٩٦١ تم للإنسان تحقيق حلم ظل يراوده منذ زمن بعيد . فلقد استطاع أخيراً أن يمتطي متن مركبة حمتله فى دروب الفضاء ومسالكه وعادت به سالما إلى أرضه . لقد فتح الإنسان بذلك فتحاً جديداً فى سلسلة استكشافاته المتتابعة عبر التاريخ . فبعد أن غزا البحار غير المطروقة ، وتسلق الجبال العالية ، وقهر القطبين وتوغل مسافات بعيدة في أعمـاق الأرض وأغوار البحار ، وصعد إلى الهواء الخفيف على متن البالونات والطائرات ، تطلع إلى السماء ، وراوده حلم الانطلاق إلى عوالمها ، ليزيد من معرفته باسرار الكون ، وليبحث عن إمكانات جديدة يؤمن بها مستقبلا أزهر لحياة البشر .

لقد تأخر الإنسان كثيراً فى تحقيق هذا الأمل ، وكانت العقبة الكبرى فى طريقه قوة الجاذبية الأرضية ، تلك القوة التى تربطنا بالأرض ، وتجعل حياتنا عليها ممكنة ، وتجعلنا فى الوقت نفسه أسرى هذه الأرض لا نستطيع منها فكاكاً . فجميع الأجسام والاشياء ، واقعة دائماً ، ليلاً ونهاراً ، وا ينما ذهبت شمالا أو جنوبا ، تحت تأثير قوة تجذبها نحو الأرض ، وعلينا إذا أردنا أن نصعد إلى الفضاء أن نتغلب على هذه القوة ، التى يمتد تأثيرها إلى أبعاد كبيرة جداً .

وكان اختراع الطائرة خطوة أولى للارتفاع إلى الجو ، ولكنها لم تمكن الإنسان من التغلب على قوة الجاذبية ، والتحرر من عقاله . فالطائرة يلزمها الهواء لكى يحملها وهى تطير . والإنسان يريد أن يجوب الفضاء من كوكب إلى آخر ، وهذا الفضاء خلو من الهواء ، إذ أن الغلاف الجوى ينتهى عند ارتفاع صغير جداً بالنسبة للمسافات الشاسعة التى تفصل الكواكب بعضها عن بعض . فطبقة الهواء التى تعلو سطح الأرض إلى ارتفاع ٣٢ كيلومتراً تحوى ٩٩ ./. من الغلاف الجوى ، وإذا ارتفعنا إلى ١٦٠ كيلومترا فوق سطح البحر لا نجد إلا جزيئات متناثرة من الهواء لا تفيد فى شىء ، هذا بالمقارنة بالمسافة التى يبعد بها القمر عن الأرض والتى تبلغ ٤٠٠٠٠٠ كيلومتر .

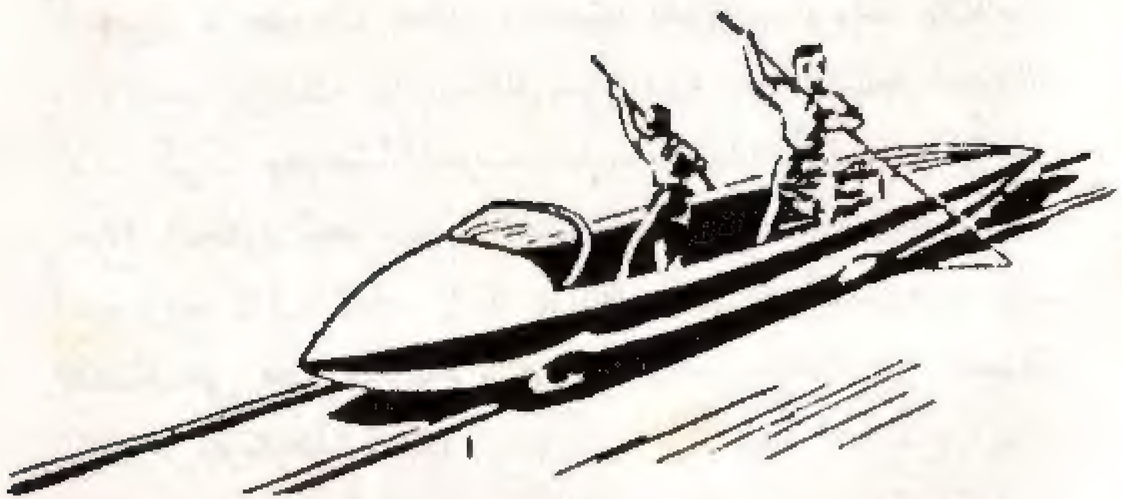
وبالإضافة إلى ذلك ، تحتاج الطائرة إلى اكسيجين الهواء لإدارة محركاتها . فجميع المحركات الحرارية التى تألفها تحرق وقودها باستخدام (استنشاق) اكسيجين الجو ، وهذا أمر غير متاح فى الطبقات التى يزيد ارتفاعها على عشرين كيلومترا تقريباً . وعلى ذلك كان لا بد من البحث عن وسيلة ذاتية الدفع كلية .

رد الفعل ـ القوة التي فتحت أبواب الفضاء

إن الوسيلة الآلية الوحيدة لحمل مركبات الفضاء ، والتغلب على قوة الجاذبية الأرضية هى المحرك الصاروخى ،

أو محرك رد الفعل الحارق للوقود . ورد الفعل قوة أساسية فى نظام الكون ، وفى حياتنا على الأرض ، ولقد تنبه لها العالم الإنجليزى المشهور نيوتن ، وكانت موضوع أحد قوانينه الثلاثة المشهورة التى تحكم حركة الأجسام وسكونها . فينص قانونه الثالث على أن « لكل فعل رد فعل مساوٍ له فى المقدار ومضاد له فى الاتجاه » . أى أنه إذا أثرت قوة على جسم نشأت قوة يؤثر بها هذا الجسم فى الاتجاه المضاد تماماً ، ومقدارها يساوى مقدار القوة الأصلية . ويمكن ملاحظة تأثير هذه القوة فى الكثير من الأعمال المفيدة . فإذا أردنا تحريك قارب راسى على شاطئ النهر ، فإننا نركب القارب وندفع الشاطئ بعمود خشبى ، وينشأ رد فعل مضاد يدفع به الشاطئ العمود الخشبى ، وهكذا تنتقل القوة إلى القارب فيتحرك مبتعداً عن الشاطئ .

ومن العجيب أن محرك رد الفعل كان أول اكتشاف للإنسان فى مجال الآلات الحرارية وتاه أصله فى التاريخ الاغريقى القديم . ويبدو أن الفكرة الأساسية للصاروخ الفعلى ظهرت حوالى نفس الوقت الذى ظهر فيه البارود فى العصور الوسطى . فإذا عبئ البارود فى أنبوبة لها طرف مفتوح ، وأشعل ، فإن غازات الاحتراق تندفع من الفتحة ، وتؤثر قوة رد الفعل المضاد فى الأنبوبة نفسها فتدفعها فى الهواء بسرعة مذهلة . واستخدمت هذه الوسيلة فى القذائف الحربية



القارب ينزلق على الماء بتأثير قوة رد الفعل

إلى أن اخترعت البندقية فى القرن التاسع عشر ، وكان أداؤها أدق ، فاستعيض بها عن استخدام القذائف الصاروخية ، التى استمر استخدامها فى الألعاب النارية لتبعث البهجة فى نفوس الناس فى أفراحهم واحتفالاتهم على مر السنين حتى يومنا هذا .

وفى مستهل القرن العشرين ، استهوت دراسة الدفع الصاروخى العلماء من جديد ، فبرز منهم زيولكوفسكى الروسى ، وهيرمان جانز ويندت وهيرمان أوبرت الألمانيان وروبرت إيزنولت بيلترى الفرنسى وروبر هاتشنجز جودارد الأمريكى . وجاءت الحرب العالمية الثانية فكانت حافزاً على اسراع الخطى نحو إنتاج الصواريخ المدمرة ، فأنتجت ألمانيا الصواريخ (فى ٢ - V2) الشهيرة . وبذلك فتح باب الفضاء على مصراعيه للغزاة من بنى البشر ابتداء من النصف الثانى من قرننا هذا .

الدفع الذي قهر الجاذبية الأرضية

إن الفكرة الأساسية فى حركة الصواريخ هى رد الفعل ، طبقاً لقانون نيوتن الثالث للحركة كما أسلفنا . ولقوانين نيوتن الثلاثة للحركة مضمون آخر ، يتعلق بكمية الحركة . وكمية حركة الجسم أسم يطلقه علماء الميكانيكا على مقدار حاصل ضرب كتلة الجسم فى سرعته . فإذا كان الجسم ساكناً ،

انعدمت كمية حركته أى أنها تساوى صفرا . وإذا كان الجسم متحركاً بسرعة ١٠٠ كيلومتر فى الساعة وكتلته عشرة كيلوجرامات مثلا ، فإن كمية حركته تساوى ١٠٠٠ كيلوجرام كيلومتر فى الساعة . وبتحليل قوانين نيوتن الثلاثة للحركة نجد أنها تنطوى على قاعدة هامة وهى أن كمية حركة الجسم تظل ثابتة دائماً لاتتغير مالم تؤثر فيه قوى خارجية . فإذا كان لدينا جسم ساكن (أى كمية حركته تساوى صفر) وانقسم من ذاته ، وبدون تأثير قوى خارجية إلى جزءين ، ونتج عن الانقسام حركة أحد الجزءين ، فيتحتم أن يتحرك الجزء الآخر فى الاتجاه المضاد تماماً وبسرعة معينة بحيث تكون كمية حركة أحد الجزءين مساوية تماماً لكمية حركة الجزء الآخر ومضاده لها فى الاتجاه وبذلك تلغى احداهما الأخرى وتظل كمية حركة الجزءين معاً صفرا . وهذا هو ما يحدث فى الصاروخ . فيستمد الصاروخ قوة اندفاعه عن طريق احتراق الوقود داخله وطرد الغازات الساخنة الناتجة من مؤخرته بسرعة عالية جداً ، ويقابل ذلك قوة رد فعل تعمل على دفع جسم الصاروخ بسرعة هائلة فى الاتجاه المضاد ، بحيث تكون كمية حركة الغازات المنبثقة مساوية تماماً كمية حركة جسم الصاروخ . وعلى ذلك فتزداد سرعة الصاروخ كلما زادت السرعة التى يندفع بها التيار الغازى .

وتتوقف السرعة النهائية للصاروخ عندما يستهلك جميع

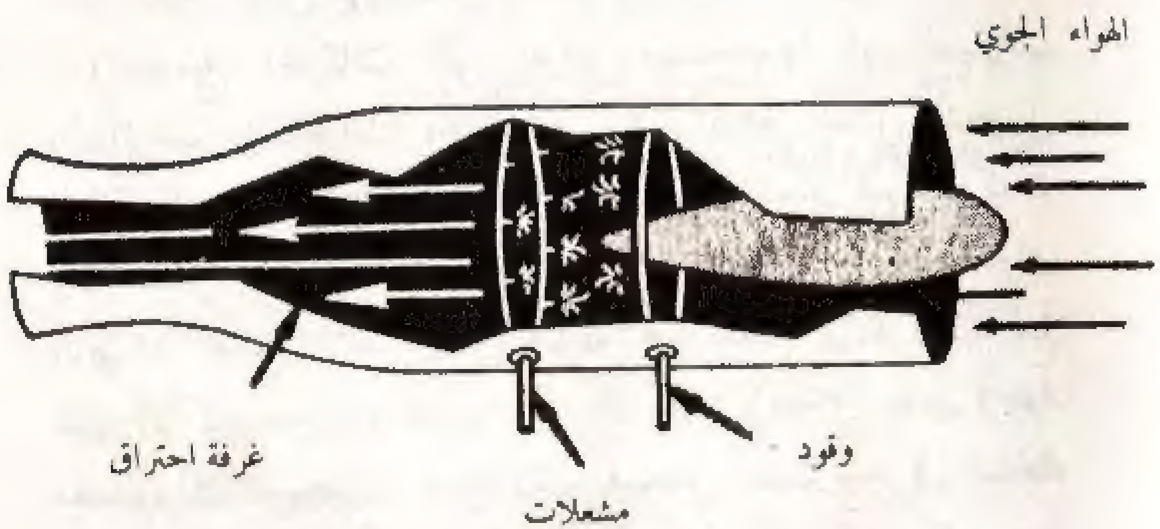
وقوده على عاملين ، أولهما السرعة التى تندفع بها الغازات ، وثانيهما النسبة بين كتلة الصاروخ عند الإقلاع محملا بوقوده ، وبين كتلة ما يتبقى منه بعد ما ينفد كل وقوده .

وزيادة سرعة اندفاع الغازات من المسائل الهامة التى يدخل البحث فيها فى نطاق العلوم الكيميائية والحرارية والتعدينية ، وقد أمكن الوصول إلى سرعة تبلغ ٣ كيلومترات فى الثانية ، وهي قيمة تؤدى إلى سرعة نهائية للصاروخ قدرها ٣٫٥ كيلومترا فى الثانية ، أى ١٢٦٠٠ كيلومترا فى الساعة ، إذا كانت كتلة الوقود ٨٠ ٪ من الكتلة الكلية .

ولكى يفلت الصاروخ من تأثير الجاذبية الأرضية يجب أن تبلغ سرعته النهائية ١١.٢ كيلومترا في الثانية أى ٤٠٣٢٠ كيلومترا فى الساعة . ولا يمكن الوصول إلى هذه السرعة من دفعة واحدة . ومع هذا فقد أمكن الوصول إليها على مراحل وأمكن التغلب على قوة الجاذبية وعبور حدود الفضاء المظلمة . وهذا ما سوف نفصله فيما بعد .

محرك رد الفعل

إن أنسب أسم يطلق على المحركات الصاروخية وكذلك المحركات النفاثة ، هو محركات « رد الفعل » . إذ يحصل هذا النوع من المحركات على قدرته الدفعية من رد فعل الغازات المتسارعة على جسم المحرك ذاته .



الطائرة النفاثة تسحب أكسيجينها من الهواء الجوي

ويجدر بنا هنا أن نفرق بين المحرك الصاروخى ومحرك الطائرة النفاثة ، فعلى الرغم من أن أساس عملهما واحد وهو رد الفعل إلا أن المحرك النفاث يعمل معتمداً على سحب ما يلزمه من الأكسيجين اللازم لحرق وقوده من الهواء الجوى أما المحرك الصاروخى فيحمل أكسيجينه معه ، وهو مستقل ذاتيا كلية ، ومن ثم فيمكنه العمل فى الفضاء .

وجميع المحركات التى نعرفها ونستخدمها فى السيارات والطائرات والقاطرات وغيرها هى فى الواقع وسائل لتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركة . وهذه هى الحال مع محركات رد الفعـل ، ويتم الحصول على الطاقة الحرارية باحتراق الوقود ، ومعنى الاحتراق فى الواقع هو اتحاد مادة الوقود مع غاز الأكسيجين . فلا يمكن ان يتم الاحتراق بدون وجود مصدر للأكسيجين . وعلى ذلك فيحمل الصاروخ فى داخله « وقوده » و« مصدر أكسيجينه » ، الذي يمكن أن يكون أكسيجينا صرفا فى حالته السائلة لإمكان تعبئة كميات كبيرة منه . أو مركباً كيميائياً غنياً بالأكسيجين مثل فوق أكسيد الايدروجين. ويطلق على الوقود والمادة الأكسيجينية المؤكسدة مجتمعين اسم « المسيّر » . وتنقسم محركات « رد الفعل » الصاروخية الحالية إلى نوعين أساسيين من حيث نوع المسيّر ، هما : المسيرات السائلة والمسيرات الصلبة . أما محركات المستقبل فينتظر أن تستخدم أنواعاً إضافية من مصادر الطاقة ، ومنها الصاروخ

الذرى والصاروخ الأيونى . وسنشرح الملامح الرئيسية لهذه الأنواع فى الفصول القادمة .

صاروخ المسير السائل

يتكون صاروخ المسير السائل أساساً من الأجزاء التالية بدءا من القمة إلى القاع في وضعه القائم على قاعدة الاطلاق :

١ - المقدمة المخروطية ٢ - قسم الأجهزة والتوجيه .

٣ - قسم المسير والمحرك الصاروخي .

المقدمة المخروطية

إن المقدمة هي الجزء من الصاروخ الذي يحمـل « الحمل النافع » أي الحمولة المراد نقلها بوساطة الصاروخ ، فيمكن أن تحتوي هذه المقدمة على مجموعات من الأجهزة العلمية في حالة صواريخ استكشاف الظواهر الطبيعية في الفضاء ، والأقمار الصناعية التي تؤدي وظائف معينة في الفضاء ، مثل الأقمار الصناعية التي تمسح الموارد الطبيعية الأرضية ، وتلك التي تعكس موجات الراديو والتليفزيون والاتصالات اللاسلكية ، والتي تساعد على الملاحة ، والتي تعطى بيانات عن الأحوال الجوية وغيرها ، كما يمكن أن تكون هذه المقدمة المخروطية كبسولة تحمل ملاحي الفضاء أو قذيفة حربية مدمرة وتكون عادة قنبلة نووية .

قسم الأجهزة والتوجيه

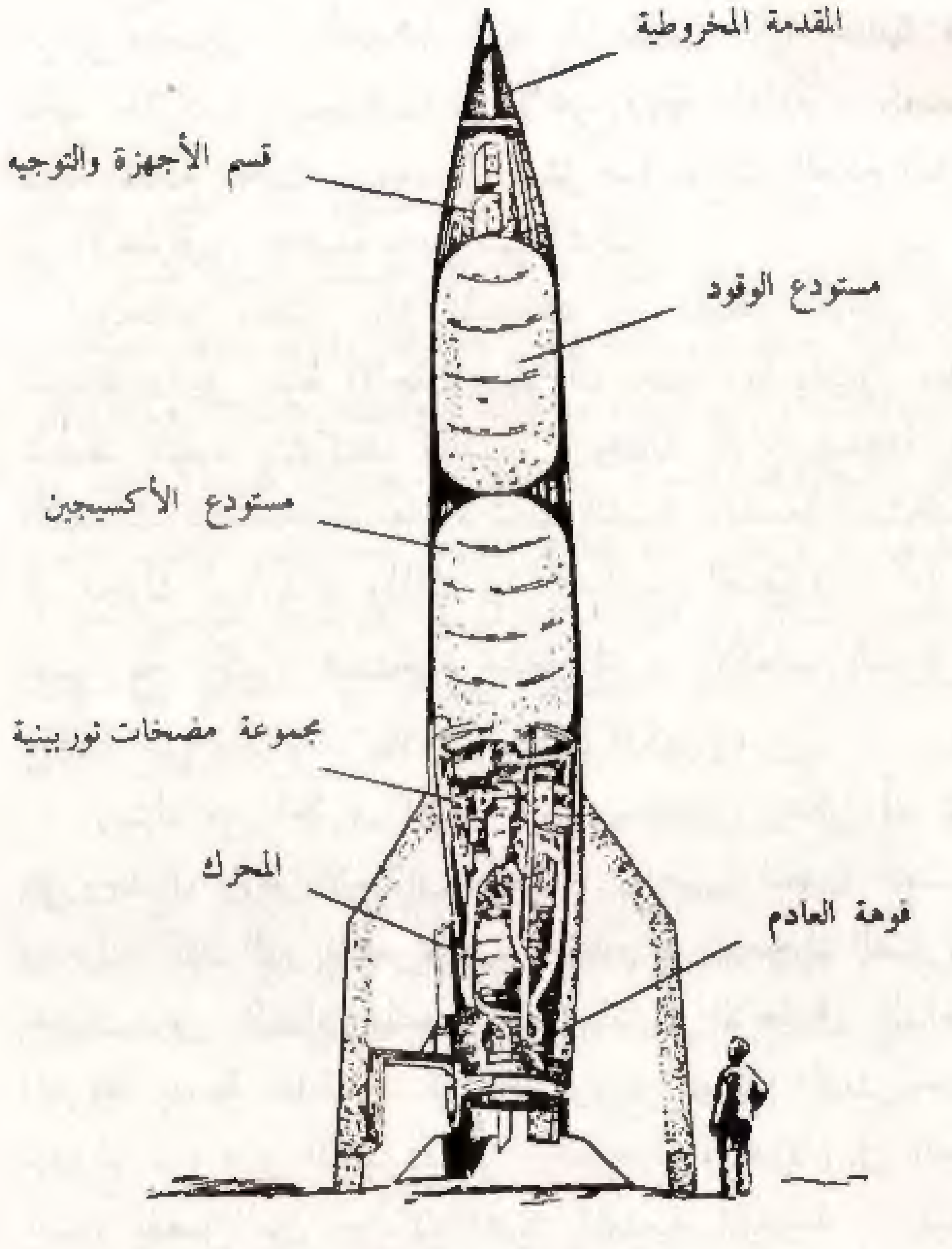
يحتوى هذا القسم على أجهزة توجيه طيران الصاروخ والتحكم فيه وكذلك الأجهزة التى تبعث بالمعلومات الخاصة بطيران الصاروخ إلى المحطات الأرضية .

قسم المسير والمحرك

يمثل هذا القسم الجزء الأعظم من الصاروخ فيصل وزن المسير فى أغلب الاحيان إلى ٩٠ ./ من الوزن الكلى للصاروخ .

ويحتوى هذا الجزء من الصاروخ على مستودعين أحدهما للوقود والثانى للمادة الأكسيجينية المؤكسدة التى تحدث الاحتراق بتفاعلها مع الوقود . ويستخدم الكحول أو الكيروسين وقوداً فى أغلب الصواريخ ، أما المادة الاكسيجينية . فيمكن أن تكون اكسيجين سائل أو فوق اكسيد الايدروجين أو حامض النتريك .

وتوخيا للأمان ، وعدم حدوث التفاعل خارج غرفة الاحتراق ، يوضع مستودع الوقود فوق مستودع الأكسيجين فى داخل الصاروخ ، ويستلزم الأمر استخدام مواسير فى حجم المواسير الرئيسية فى شبكة توزيع المياه فى المدن لنقل السوائل إلى المحرك . كما يزود الصاروخ بمضخات توربينيه غازية يديرها جزء صغير من المسير ذاته ، وذلك لضخ كل من الوقود والاكسيجين بكميات كبيرة إلى المحرك .



صاروخ المسير السائل

ويقع محرك الصاروخ أسفل المستودعين ويتكون من جزءين اساسيين ، أحدهما غرفة الاحتراق التى يختلط فيها الوقود والمؤكسد ويحترقان ، والآخر فتحة العادم وتصمم فتحة العادم بحيث تسمح بأن تنبثق منها غازات العادم الناتجة من الاحتراق ، عاصفة بأعلى سرعة ممكنة .

وتحتاج معظم أنواع المسيرات إلى مصدر حرارى لبدء اشتعالها داخل غرفة الاحتراق ولو أن بعضاً منها يشتعل عندما يختلط الوقود بالمؤكسد مباشرة . وهناك أنواع مختلفة من المشعلات فتستخدم شمعة الاشعال الشبيهة بالشمعة المستخدمة في محرك السيارة ، وذلك في الصواريخ الصغيرة . أما في الصواريخ الكبيرة فيستخدم مشعل شبيه بالألعاب النارية ، يركب على قاعدة الاطلاق ويشعل بالكهرباء .

ويتولد من احتراق الوقود حرارة شديدة ، يمكن أن تؤثر على جدران غرفة الاحتراق والمحرك ، فتصهر المعدن المصنوع منه ، لذا كان التبريد أمر واجب . ونظام تبريد محرك الصاروخ يختلف عن النظام المتبع فى محركات الاحتراق الداخلى المعروفة بصفة عامة ، فى الصاروخ يصنع المحرك بجدار مزدوج ، ويمرر الوقود السائل (الكحول أو غيره) فى الحيز الذى يفصل بين جدران المحرك المعدنية المزدوجة ، فيمنع بحركته السريعة الجدار الداخلى من الانصهار . ونظراً لأنه ينساب بسرعة عالية جداً ، فلا ترتفع درجة حرارته إلى الغليان ،

ولكنه يصل إلى حاقناته في غرفة الاحتراق ساخناً ويسهل تبخيره .

صاروخ المسير الصلب

يشبه صاروخ المسير الصلب نظيره ذا المسير السائل فى تركيبه ، إلا ان صاروخ المسير الصلب أبسط نسبياً ، إذ أن محركه يؤول إلى مجرد وعاء أسطوانى وفتحه بدون مضخات أو صمامات أو أى أجزاء متحركة . وتصنع مادة الاحتراق على شكل أسطوانه مصمتة بها ثقب محورى صغير يمتد بين قاعدتيها ، ويمكن أن يكون المقطع المستعرض للثقب دائرياً أو نجمى الشكل أو على هيئة ترس او أى شكل هندسى آخر ، ويحدد هذا الشكل الهندسى السرعة التى تحترق بها شحنة الوقود ، حيث يبدأ الاحتراق من المحور ويمتد قطريا نحو الخارج حتى تستهلك الشحنة جميعها .

ولا تعانى الصواريخ ذات المسيرات الصلبة من مشكلة التبريد ، ففيها تعمل شحنة المسحوق ذاتها على عزل الغلاف الخارجي حتى اللحظة الأخيرة للاحتراق ، عندما يفلت آخر جزء من الغازات الساخنة .

صواريخ المستقبل

تستلزم رحلات الفضاء البعيدة قوى دفع تعطى سرعات هائلة بحيث يستمر الدفع فترات زمنية أطول منها فى حالة



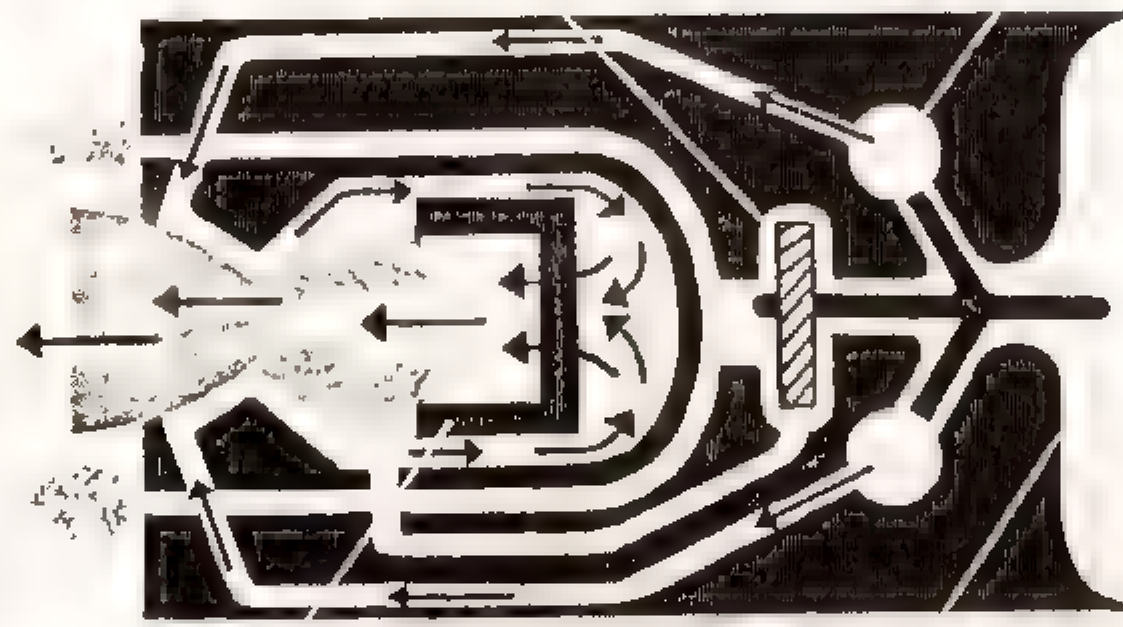
صاروخ المسير الصلب

الصواريخ المعروفة . ولذلك اتجه التفكير إلى استخدام أنواع جديدة من المحركات لدفع صواريخ الفضاء البعيد فى المستقبل ، وسوف نشرح باختصار هنا نوعين من هذه المحركات هما : المحرك الذري والمحرك الايونى .

المحرك الذرى

فى هذا المحرك يستبدل مفاعل نووى صغير محكم بغرفة الاحتراق الكيميائى للوقود . ووظيفة المفاعل النووى توليد كميات هائلة من الحرارة ، ويوضع فوق هذا المفاعل مستودع للهيدروجين السائل . كما توجد مضخات ومعدات إضافية أخرى . وعندما يسخن المفاعل يسمح للهيدروجين بالانسياب حوله وخلاله ، فلا تعمل الحرارة المتولدة من المفاعل على تبخير الهيدروجين السائل فوراً فحسب ،بل إنها تسخن غاز الهيدروجين الناتج إلى درجات حرارة عالية جداً فيرتفع ضغطه إلى قيم هائلة . ويسمح لهذا الهيدروجين الساخن المضغوط بالافلات من فتحة العادم ، فيعمل بذلك على دفع الصاروخ ، ويلاحظ هنا أن الهيدروجين لا يحترق ، ولكنه يسخن فقط .

وسوف يكون المحرك الذرى هو المرحلة النهائية للصواريخ متعددة المراحل ، التى سوف نشرحها فيما بعد ، إذ أنه من ناحية لا يستطيع رفع الصواريخ الضخمة من قاعدة الاطلاق ، فهو يعطى دفعا كليا صغيرا ولكنه يستمر فترة زمنية طويلة . وهذا ما يجعله صالحا للعمل أثناء طيران الصاروخ وبعد



المحرك النووي

وصوله إلى حافة الفضاء ، ومن ناحية أخرى توجد خطورة من تشغيل المحرك فى جو الاكسيجين إذ يمكن للهيدروجين المنبعث من فتحة العادم ساخناً أن يتحد بأكسيجين الهواء فيحدث انفجار مدمراً .

المحرك الايونى

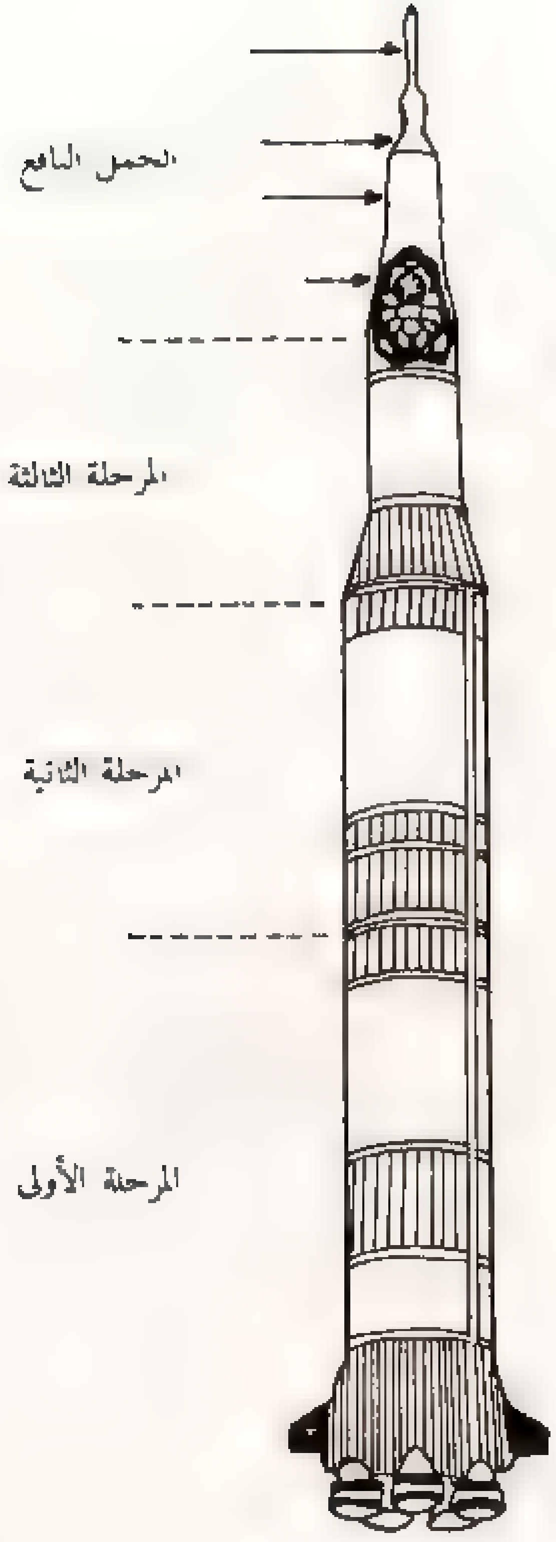
إن الفكرة فى هذا المحرك هى تعجيل الأيونات المشحونة بالكهرباء إلى سرعات عالية جداً ثم السماح لها بالافلات من فتحة العادم لتوليد الدفع الصاروخى

فنحن نعلم أن العنصر الكيميائى يتكون من ذرات متعادلة ، وتتركب الذرة من نواة موجبة الشحنة تتحرك حولها الكترونات سالبة الشحنة ، وتكون شحنة النواة الموجبة مساوية لمجموع شحنات الالكترونات السالبة فى الذرة المتعادلة . وإذا فقدت الذرة الكتروناً صارت « أيوناً موجباً » ، أما إذا أكتسبت الكتروناً صارت « أيوناً سالباً » . وتوجد أجهزة كهربائية ومغنطيسية تستطيع تعجيل الأيونات أى تزويدها بسرعات عالية . وعلى ذلك فيتكون محرك الصاروخ الأيونى من معجل للأيونات يكسبها سرعة عالية للغاية ، ثم يسمح لها بالانطلاق من فوهة العادم .

الصاروخ متعدد المراحل

سبق أن ذكرنا أن إفلات الصاروخ من تأثير الجاذبية الأرضية ، وانطلاقه إلى أعماق الفضاء ، ليتم رحلته إلى الكواكب أو الشمس أو النجوم الأخرى ، يستلزم أن يندفع بسرعة هائلة تبلغ ١١,٢ كيلومترا في الثانية أى ٤٠٣٢٠ كيلومترا فى الساعة . اما إذا أريد منه أن يضع حمله النافع فى مدار ، ليكون قمراً صناعياً يدور حول الأرض فيجب أن تزيد سرعة اندفاعه على ٨ كيلومترات فى الثانية أى ٢٨٨٠٠ كيلومترا فى الساعة . والمحرك الصاروخى المفرد لا يستطيع دفع الصاروخ بهذه السرعات . وللتغلب على هذه المشكلة استخدمت طريقة المراحل .

ويبنى الصاروخ متعدد المراحل ، بحيث يكون فى أسفله مرحلة دافعة ثقيلة يتركز فيها ما يزيد على نصف الوزن الكلى للوقود والمستودعات والحمل النافع . وعندما ينتهى وقود هذه المرحلة ، يفصل الصاروخ الكبير نفسه أتوماتيكياً ويسقط نحو الأرض ، ويشعل فى الوقت نفسه المرحلة الثانية ويكرر هذا الصاروخ الأصغر (المرحلة الثانية) العملية نفسها . وتمتاز ظروف صاروخ المرحلة الثانية على ظروف المرحلة الأولى بصغر الوزن الذى يرفعه صاروخ المرحلة الثانية وخفة الهواء



صاروخ متعدد المراحل

الذى يمرق فيه ، وعندئذ تكون السرعة عظيمة جداً بحيث يعمل اندفاع العادم بكفاءة وينتج الوقود عجلة أكبر، فيكسب الحمل سرعة أعلى من تلك التى يمكن أن يحدثها صاروخ المرحلة الأولى . وتصل المرحلة الثانية بعد مدة إلى الاحتراق التام وتسقط تاركة مرحلة ثالثة لتتم العمل بالوصول إلى ارتفاع أعلى أو تضع قمراً صناعياً فى مدار حول الأرض .

فإذا فرضنا أن نسبة الكتلة الكلية للصاروخ إلى كتلة المراحل المتبقية . بعد تمام احتراق المرحلة الأولى ٢٫٧٢ : ١ ، فإن السرعة النهائية تصل إلى نحو ٢٫٤ كيلومترا فى الثانية وإذا كانت نسبة الكتلة للمرحلة الثانية هى نفسها ٢٫٧٢ : ١ ، فإن الجزء المتبقى بعد تمام احتراق هذه المرحلة سوف يكتسب سرعة إضافية قدرها ٢٫٤ كيلومترا فى الثانية أى تصبح سرعته ٢٫٤ + ٢٫٤ = ٤٫٨ كيلومترا فى الثانية . وهكذا تزداد السرعة بالقدر نفسه إذا كانت نسبة الكتلة هى نفسها فى المراحل المختلفة .

الحمل النافع

قذائف للفناء ومركبات للفضاء

كان الدافع لاختراع القذائف الصاروخية ، استخدامها أساساً أسلحة مدمرة فى الحروب ، وظلت تؤدى وظيفتها هذه منذ القرن الثالث عشر حتى القرن التاسع عشر عندما اخترعت البندقية . وعندما استحوذت على اهتمام الإنسان مرة أخرى

كان الاستخدام المباشر هو حمل القنابل المدمرة التى وجهها هتلر إلى لندن ، فى الحرب العالمية الثانية . فكانت أداة فناء دكت المبانى والمنشئات وأثارت الرعب والذعر فى نفوس المواطنين . ويعتبر الصاروخ (فى ٢ – V2) الذى أطلقه الألمان صوب بريطانيا هو الأصل الذى انحدرت منه سلالات الصواريخ التى تطلق الآن بصفة مستمرة ، سواء فى الحروب الصغيرة التى تندلع بين الحين والحين فى منطقة أو أكثر من مناطق العالم . أو فى المحاولات التى تبذل لغزو الفضاء ومعرفة مكنون أسراره ، أو لوضع أقمار صناعية فى مدارات حول الأرض لتؤدى خدمات تعيننا على استخدام إمكاناتنا وثرواتنا الطبيعية بأسلوب رشيد وكفاءة عالية .

وهكذا نجد الصاروخ وسيلة نقل ، تنقل حمولتها إلى المكان المطلوب فى سرعة مذهلة ، وتضع هذه الحمولة فى الموقع المحدد لها بدقة بالغة .

وتتباين الصواريخ فى أحجامها وتكاليف صنعها من الأحجام الصغيرة قليلة التكاليف كالتى تستخدم فى الألعاب النارية إلى الأحجام الضخمة العملاقة التى تتكلف ملايين الجنيهات لتنقل الأجهزة العلمية إلى أعماق الفضاء ، لترسل لنا بأنبائه وأسراره ، أو لتحمل ملاحى الفضاء ورواده فى رحلات استطلاعية لاستكشاف القمر ، ولإجراء التجارب التى تتطلب وجود العقل البشرى فى موقع التجربة بالإضافة إلى

الأجهزة والمعدات والحاسبات الالكترونية .

وتستخدم الصواريخ الآن فى جميع الحروب بصفة عامة ، فمنها ما يحمله المقاتلون ويقذفونه من بنادق مثل الكاتيوشا الروسية والبازوكا الامريكية ومنها ما يقذف من قواعد أرضية ليصيب أهداف أرضية أو جوية ومنها ما يقذف من الطائرات ليصيب أهداف أرضية أو جوية أيضاً ومنها ما يطلق من قطع الاساطيل البحرية . ولدى الدول العظمى صواريخ حربية ضخمة مصممة لتحمل أسلحة الدمار النووية . ولحسن الحظ لم تستخدم هذه الاسلحة النووية الصاروخية حتى الآن ، في استخدامها كارثة للبشرية جمعاء ، إذ أنها لا تمح المدن والقرى محواً فحسب بل إنها تخلف وراءها غباراً ذرياً يأتي على من ينجو من خطرها المباشر ويستمر تأثيره أجيالاً .

الاطلاق والتتبع والتوجيه

إن الصاروخ وسيلة نقل باهظة التكاليف ، وعلى ذلك ، فيجب ألا يكون فى أدائه للمهمة التى صنع من أجلها مكاناً لهفوة . ومن أجل ذلك تراعى أعلى درجات الوثوقية في صناعته وفي معدات تشغيله ، ويجب تتبعه حتى يضع حمولته في الموقع المقدر لها بالضبط .

وإطلاق الصواريخ الحربية الصغيرة ليس أمراً عسيراً ، ولكنه يقتضى تدريب الأفراد القائمين على هذا العمل تدريباً



مدفع البازوكا لاطلاق الصواريخ الحربية

مناسباً . أما الصواريخ الضخمة التي تحمل مركبات الفضاء . فتمر بمراحل اختبار دقيق قبل إطلاقها . وتبدأ مراجعة جميع أجزاء الصاروخ وأجهزته ومعداته قبل إطلاقه ، وتسير عملية المراجعة على نظام العد التنازلي ، وتعني كل عدة اختبار صلاحية جزء من أجزاء الصاروخ أو أجهزته حتى يصل العد إلى الصفر ، وهذا يعني الأمر بالإطلاق . وتستغرق هذه العمليات ما يزيد على اثنتى عشرة ساعة فى أحسن الأحوال .

ومنظر الإطلاق عندما يشاهد عن بعد من أبهى المناظر خاصة إذا كان أثناء الليل ، فعند إعطاء أمر الإطلاق ، يبدأ تشغيل المحرك وتتوهج كرة نارية أسفل الصاروخ القائم على قاعدته وينطلق الصاروخ بكرته النارية ، فإذا كان الوقت قليلا لا نرى إلا الكرة النارية تسرى فى مسار منحن كمنار ضخم تحمله يد خفية ، ويتصاعد الزئير ، إلا أنه يضمحل ويخفت ببطء بصعود القذيفة . وأخيراً تبدو القذيفة كأنها مغلفة بهالة خضراء ، وتكون قد بعدت في هذه اللحظة القصيرة جداً حتى وصلت إلى الأيونوسفير ، وأضفت عليه وهجاً غامضاً .

ويخفت الضوء وتنطفىء النار ويصبح الصاروخ وحيداً فى الظلام العالى . ولكنه وإن كان قد توارى عن الأنظار فهناك أعين أخرى ترقبه . وأخصائيون يصححون أخطاءه من الأرض إن أخطأ .

عيون رادارية

تعتبر المراقبة التي تتابع الصاروخ في طيرانه أتم وأدق مراقبة تعرض لها أى كائن غزا السماء فى أى وقت من الأوقات وهذا أمر واجب ، فأى خطأ فى مسار الصاروخ يمكن أن يبعده عن هدفه مئات الكيلومترات . وأى خلل فى أدائه يمكن أن يتسبب فى كارثة مفجعة فقد يسقط فى منطقة آهلة بالسكان فيدمرها . لذا أنشئت شبكات رادارية لتتبع الصواريخ . ومهمة هذه الشبكات تحديد موقع الصاروخ وسرعته واتجاهه كل نصف ثانية ، وتبرق هذه البيانات بمجرد ورودها إلى حاسبة الكترونية فى القاعدة الرئيسية للاطلاق حيث تقارن الحاسبة الالكترونية البيانات الواردة ببرنامج الرحلة المعد من قبل . وبناء على نتيجة المقارنة يتم تصحيح المسار . أو تدمير الصاروخ فوق المحيط بعيداً عن الأراضى المعمورة . فى حالة عدم إمكان إصلاح ما يكون قد طرأ عليه من خلل .

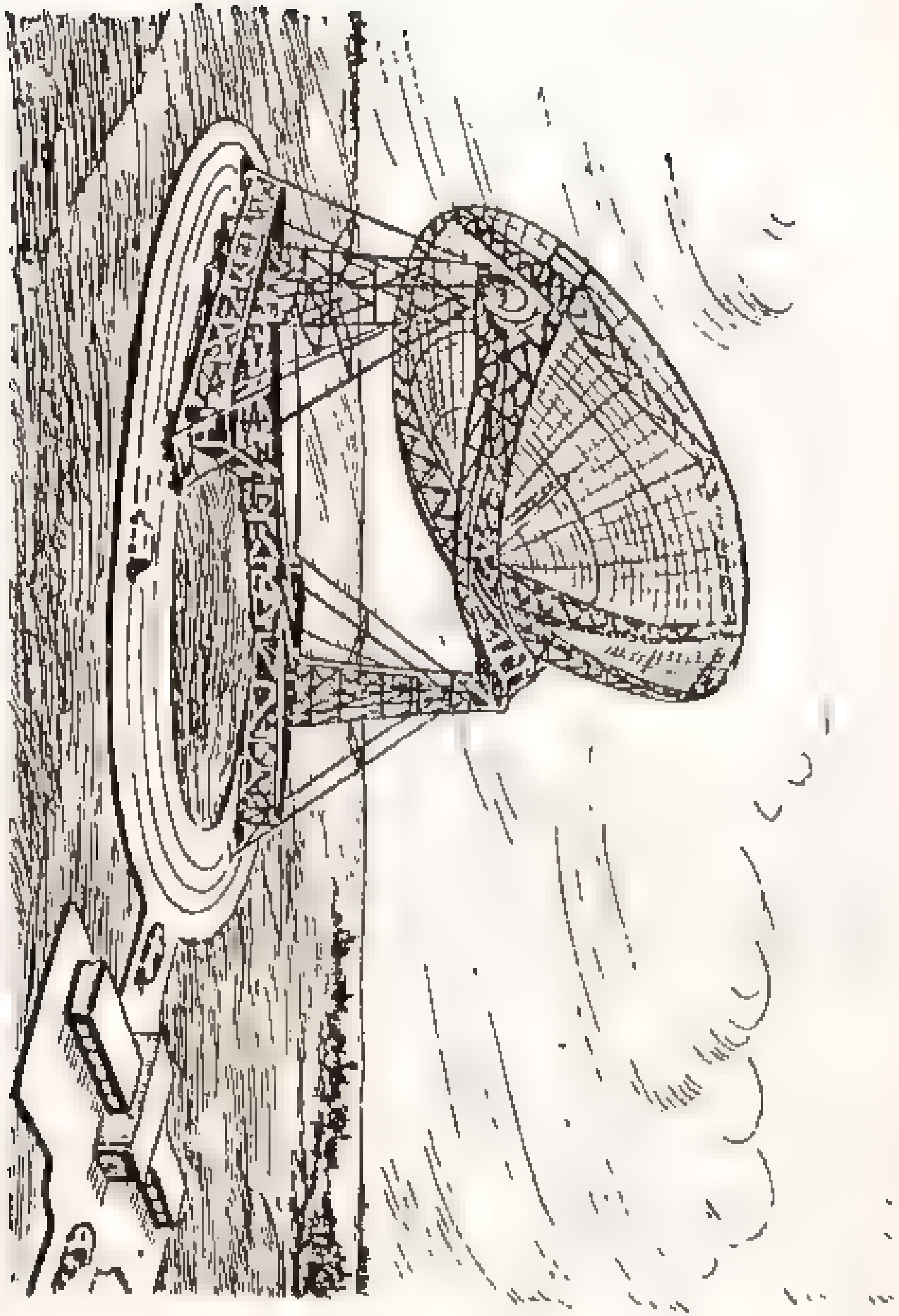
ويحتوي الصاروخ أو القمر الصناعي أيضاً على أجهزة إرسال صغيرة جداً متصلة بعدادات إشعاع صغيرة بالمثل . ومسجلات لدرجات الحرارة ، وكاشفات للشهب ، ومجموعة عديدة أخرى من أجهزة القيس . محمعة بإحكام في حيز صغير من الحمل النافع يبلغ حجمه $\frac{1}{5}$ متر مكعب تقريباً . وتلتقط أجهزة الاستقبال الأرضية متناهية الحساسية المعلومات التي ترسلها

أجهزة الإرسال بالرموز ، وتتولى ترجمتها وفك رموزها الحاسبات الالكترونية لتستخلص منها المعلومات وتضعها في الصورة العلمية المألوفة .

وللنظام التليمترى ، وهو نظام إرسال المعلومات لاسلكياً ، الفضل الأكبر فيما حصلنا عليه من معلومات عن الفضاء ، فعن طريقه يعيش سكان الأرض مع رواد الفضاء فيعرفون كل شيء عن أحوال هؤلاء الرواد ، فيستمعون إلى أحاديثهم وإلى نبضات قلوبهم وإلى تقارير وافية عن أحوالهم الصحية وسير العمل المكلفين بأدائه . وعن طريق التليمترى رأينا صور القمر ، وشاهدنا هبوط رواد الفضاء من بنى البشر على سطحه .

التوجيه

إن احتمال حدوث خطأ فى مسار الصاروخ ، أو خلل فى معداته أثناء طيرانه أمر غير مستبعد ، وأى خطأ طفيف يمكن أن يتسبب فى انحراف مركبة الفضاء بعيداً جداً عن هدفها . ولذلك تزود الصواريخ بوسائل للتوجيه ، وهذه الوسائل مختلفة عما نألفه فى وسائل النقل الأخرى . فى مؤخرة السفينة البحرية دفة تغير اتجاه السفينة نتيجة للاختلاف الذى يحدث فى ضغط الماء على كل من جانبى الدفة عند تحريكها يميناً أو يساراً ، وكذلك الحال مع الطائرة فلها هى الأخرى دفة . والضغط هنا هو ضغط الهواء . وتوجه السيارة بدوران عجلتيها الأماميتين



هوائى محطة التتبع الأرضية

ويعمل احتكاك العجلتين بالأرض على تحرك السيارة . أما في الصاروخ فلا يوجد ضغط ماء أو هواء كما لا يوجد احتكاك . وعلى ذلك فتوجيه الصاروخ ، وإبطاؤه ، كذلك ، مبنيان على قوة رد الفعل بنفس الفكرة التي يسير بها الصاروخ ذاته . فتركب صواريخ صغيرة أو فوهات هواء مضغوط في أماكن مناسبة من الصاروخ الأصلي أو مركبة الفضاء . وكلما أردنا تغيير اتجاه السير أطلقنا الصاروخ الصغير المناسب لفترة قصيرة ، فيدفع المركبة في الاتجاه المضاد . ويستخدم هذا النظام أيضاً في إبطاء مركبة الفضاء لكي تهبط على الكوكب المقرر لها أن تهبط عليه في أمان .

ونظراً للسرعة الهائلة التى يطير بها الصاروخ ، فيجب أن يتخذ قرار تصحيح المسار وتعديله فى الوقت المناسب بالضبط ، ولذا فمن الصعب أن يقوم الإنسان بهذه المهمة . فهى مهمة الحاسبات الالكترونية وأجهزة القياس ومعدات التشغيل الدقيقة عالية الوثوقية .

ويتكون نظام تشغيل صواريخ التوجيه من ثلاث مركبات أساسية هى :

– أجهزة قياس تعطى بيانات باستمرار عن المسار الحقيقى الذى يتبعه الصاروخ أو مركبة الفضاء .

– وحاسبة الكترونية تقارن هذه البيانات ببيانات المسار المحدد للمركبة أصلاً والمختزنة فى ذاكرة الحاسبة الالكترونية . وتعمل الحاسبة على تحديد الخطأ وحساب قيمة ونوع التصحيح اللازم .

– وأجهزة التحكم وتشغيل معدات التوجيه ، وهذه تتلقى أوامرها من الحاسبة الالكترونية .

ويستخدم الآن أحد نوعين من أجهزة قياس المسار ، أحدهما على الأرض والآخر على متن الصاروخ .

فى حالة التحكم من الأرض يكون جهاز قياس المسار راداراً ، يحدد سرعة الصاروخ واتجاهه بصفة مستمرة ويرسل بياناته إلى الحاسبة الالكترونية الأرضية ، وهذه ترسل تعليماتها إلى أجهزة التحكم فى الصاروخ لاسلكياً بعد معالجة البيانات التى ترد إليها تباعاً .

أما فى حالة التحكم من داخل الصاروخ فتكون أجهزة قياس المسار والحاسبة الالكترونية وأجهزة التحكم كلها داخل الصاروخ نفسه . وتقاس السرعة واتجاه الحركة بطريقة ميكانيكية مبنية على الأسس الميكانيكية لدوران الأجسام وقياس العجلة . ويسمى هذا النوع من التوجيه بالتوجيه الكتلى .

فهم أعمق للكون وحياة أفضل على الأرض

من الناس من يظن أن استكشاف الفضاء ضرب من ضروب الترف ، وإرضاء لفضول الإنسان ، ومنهم رجال حكماء يعرفون أن كنوزاً من المعرفة تنتظرهم فى أعماق الفضاء لو أنهم استطاعوا الوصول إليه . وهؤلاء الحكماء يدركون تمام الإدراك أن ما نحصل عليه من معلومات ، بل وما نكتسبه من خبرة ، وما يتوافر لدينا من إنجازات تكنولوجية مبهرة ، فى أثناء سعينا لتحسين وتطوير وسائل سفر الفضاء ، أعطى ، وسوف يعطى ، عائداً مجزياً يفوق الجهد والمال اللذين ينفقان فى هذا المجال . ويسهم هذا العائد فى توفير حياة أفضل للإنسان على أرضه ، بالإضافة إلى استكشاف موارد جديدة ومعرفة إمكانية استيطان كواكب أخرى . وإننا لنقف ، الآن ، على بداية عصر استكشاف الفضاء بكل ما فيه من صعوبات ومخاطر ، كما فعل كولمبوس منذ خمسة قرون ، وكانت معرفته بمخاطر رحلته وسبل تأمين عودته سالماً أقل كثيراً من معرفتنا الآن بمخاطر الفضاء ، وسبل تأمين عودة المسافرين إليه .

ومن أبسط مظاهر الإنجازات التكنولوجية التى أدت إليها بحوث الصواريخ والسفر إلى الفضاء إنتاج الترانزستور والأجهزة الالكترونية المعقدة مع تصغير حجمها لتشغل حيزاً صغيراً ، وإنتاج عدد كبير جداً من المواد النافعة التى تقاوم الحرارة العالية

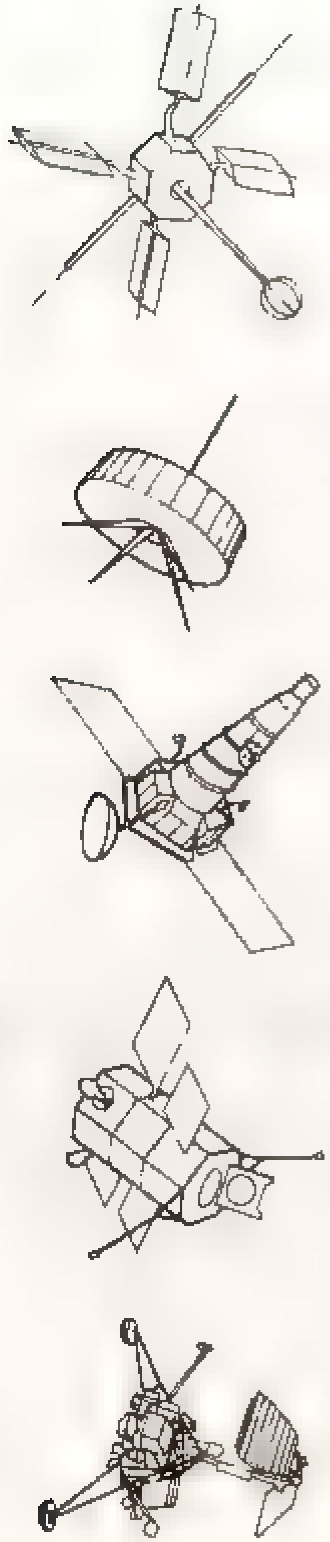


سبوتنيك ١ – أول قمر صناعي يدور حول الأرض أطلقه السوفيت

والإجهادات الميكانيكية الشديدة، والأغذية المركزة لركاب الفضاء ، وغير ذلك من المواد التى هيأت لنا سبلاً أفضل للحياة . كما أن هذه البحوث أدت إلى فهم أعمق بالعمليات البيولوجية . وتعلم المصممون والمهندسون طرقاً جديدة لرفع مستوى الوثوقية فى صناعة الأجهزة والمعدات ، كل هذه أمور لا يقدر عائدها بثمن ، فهى تحسينات فى أشياء كثيرة يدوم نفعها أزمان طويلة .

أما فيما يتعلق بالنتائج المباشرة لرحلات الفضاء ، ودوران الأقمار الصناعية حول الأرض فهى أكثر من أن تسعها مجلدات ضخمة . ومع كل فسوف نعرض بعضاً من المعلومات والفوائد المباشرة لتلك الرحلات .

لقد كانت المعلومات عن الكون وأجرامه تأتينا مع الضوء القادم منها ، ولكن الطبيعة وضعت العراقيل فى طريق هذا الضوء ، إذ يحيط بالكرة الأرضية طبقة من الهواء ، هى الغلاف الجوى ، تمتد إلى نحو ٤٠٠ كيلومتراً ، ويعمل هذا الهواء ، مع الغبار الذى يمتلأ به فضاء ما بين النجوم ، على تشويه المعلومات التى يحملها الضوء ، فنصبح ونحن ناظرين خلال التلسكوبات الضخمة كمن ينظر إلى صورة جميلة تغشيها طبقة من الدخان الكثيف . وليس هناك من بد إلا أن يرتفع



نماذج من الأقمار الصناعية الأمريكية

الإنسان بمناظيره وأجهزته إلى ما فوق الغلاف الجوى لكى تنجلى الصورة ويمتنع التشويه .

وارتفعت الصواريخ والأقمار الصناعية إلى الفضاء وهبطت على القمر ووافتنا بكنوز من المعلومات عن الأرض والقمر والفضاء ، وصححت معلوماتنا عن الكرة الأرضية ، فدلت على أن الأرض كمثرية الشكل لها بروز يبلغ ارتفاعه ١٥ متراً عند القطب الشمالى وانخفاض بنفس القيمة عند القطب الجنوبى ، وأن انبعاج الأرض عند خط الاستواء أقل مما قدره علماء القياسات الأرضية من قبل . وأتتنا رحلات الأقمار الصناعية الأولى بأنباء وجود حزامين من الإشعاعات الشديدة يطوقان الأرض . يقع أقربهما على مسافة تبلغ نحو ١٦٠٠ كيلومترا منها ويصل سمكه إلى نحو ٣٢٠٠ كيلومترا . ويعمل هذا الحزام سياجاً حول الأرض ، يجب أن يتفاداه الإنسان فى سفره إلى الفضاء حتى لا يتعرض لخطر الهلاك .

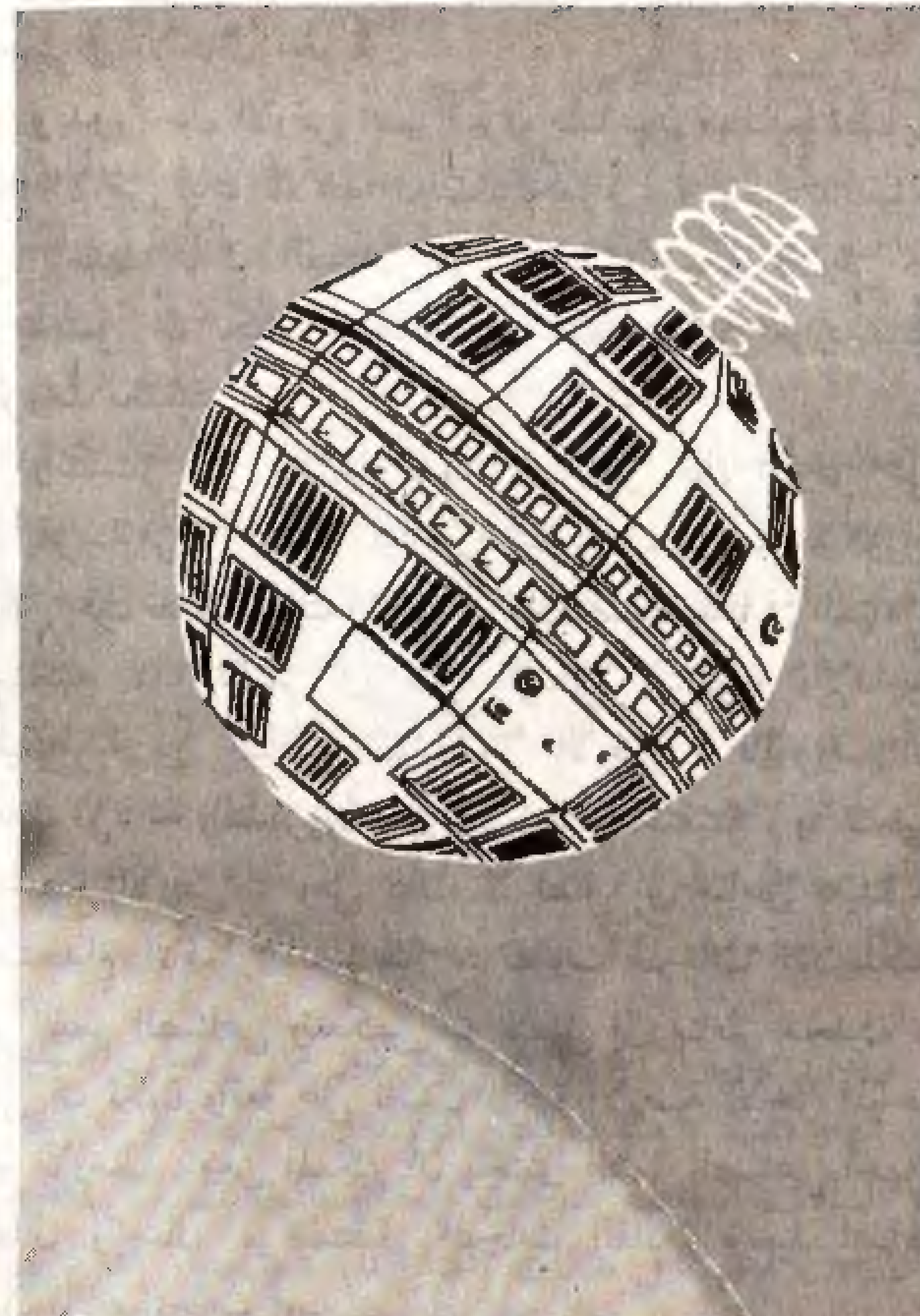
ويدور حول الأرض الآن عدد كبير من الأقمار الصناعية تؤدى مهام معينة ، منها الأقمار التى تتنبأ بأحوال الجو ، فترسل تباعاً البيانات الخاصة بدرجات الحرارة والتغيرات التى تحدث فى الظروف الجوية فى طبقات الجو العليا ، والصور التليفزيونية لتكوينات السحابية وغير ذلك من المعلومات التى تؤدى إلى سبل أفضل للتنبؤ بالأحوال الجوية على سطح الأرض ، وإلى فهم

أعمق بالعوامل المؤثرة فى حالة الطقس ، وبالتالى إلى وسائل التحكم فى الأحوال الجوية .

ويدور حول الأرض أيضاً قمران صناعيان مهمتهما تصوير سطح الأرض تباعاً بالأشعة تحت الحمراء ، ويستدل بالصور التى يرسلها هذان القمران على الموارد الطبيعية للأرض ، وما يحتمل أن يكون مختفياً تحت سطحها من موارد مائية أو ثروات معدنية .

والتلستار قمر صناعى يدور فى مدار حول الأرض على بعد يقرب من ٣٥٨٠٠ كيلومترا بسرعة تساوى سرعة دوران الأرض حول نفسها ، فيبدو كما لو كان جسماً معلقاً فى السماء . ويستخدم هذا القمر فى نقل الرسائل التليفونية والإذاعية والتليفزيونية بين المناطق النائية من الأرض . فالمعروف أن موجات الإذاعة والتليفزيون تسير فى خطوط مستقيمة . ولا تنحنى مع سطح الأرض . وعلى ذلك لا تصل إلى مناطق بعيدة . وباستخدام الأقمار الصناعية . تصوب الموجات اللاسلكية نحو القمر الصناعى وتنعكس منه فتصل إلى مناطق محددة ، يمكن أن تكون واقعة على نصف الكرة الأرضية الآخر المواجه لمحطة الإرسال . ومن الممكن أن يحتوى القمر الصناعى أجهزة استقبال وإرسال ، فيستقبل الموجات القادمة ويعيد إرسالها لتصل إلى مساحات أوسع .

وتوجد أيضاً الأقمار الصناعية التي تفيد في تحديد أماكن



القمر الصناعي تليستار

السفن في البحار والمحيطات بطريقة أفضل من الطرق الملاحية المعتادة . فقبل أن تطلق هذه الأقمار يحسب مسار كل منها بدقة عالية ويعمل جدول أو خريطة تبين موقع القمر الصناعي عند كل لحظة فى أثناء دورانه حول الأرض فى الفضاء . ويزود القمر بجهاز إرسال لاسلكي يبعث بإشارات لاسلكية معلومة التردد ، كما تزود السفن بأجهزة استقبال تمكنها من التقاط هذه الإشارات . ويتغير طول موجة الإشارة تغيراً مفاجئاً عند عبور القمر الصناعى سمت السفينة (طبقاً لتأثير دوبلر الذى يعرفه علماء الفيزيقا) ، وبمعرفة التغير فى طول الموجة يمكن بمساعدة البيانات المعروفة عن القمر الصناعى تحديد موقع السفينة بدقة عالية .

إن الإنسان ليأمل أن تنظم رحلات فضاء للسفر بين الكواكب فى خطوط منتظمة كما هى الحال مع الطائرات ، ويستلزم ذلك بناء محطات فضاء لإقلاع مركبات الفضاء ورسوها وتزويدها باحتياجاتها ، وتسعى دولتا الفضاء ، الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا ، إلى بناء هذه المحطات بتجميع قطعها التى ترسل على مراحل متتابعة وتلتحم مع بعضها البعض فى الفضاء لتكون مدن فضاء صغيرة ، تكون موانى لمركبات الفضاء ، ولتكون مواقعاً ممتازة يجرى عليها العلماء بحوثهم ويقيمون عليها مناظيرهم لرؤية النجوم والكواكب رؤية لا يعوقها جو الأرض الذى يشوه الصورة ويسلب الكثير من المعلومات

التى يحملها ضوء هذه الأجرام إلينا .

وهكذا نجد أن غزو الفضاء لا يرمي إلى استعمارنا للكواكب الأخرى بقدرما يهدف إلى توفير حياة أفضل للإنسان على موطنه الأصلى الأرض . فلا بد إذن من الاستمرار فى تطوير الصواريخ للحصول على مطايا أكبر قدرة وأعلى سرعة وأكثر وثوقية وما نحن إلا فى بداية الطريق .

مطابع الشروق

بيروت : ص.ب : ٨٠٦٤ - هاتف : ٣١٥٨٥٩ - ٣١٥١٠١ - برقيا : داشروق
القاهرة : ١٦ شارع جواد حسني - هاتف : ٧٥٤٣١٤ - برقيا : شروق القاهرة


ARAB COMICS
عرب كوميكس
www.arabcomics.net
هذا العمل لهواة القصص المصورة و لا يهدف للربح بل هدفه توفير المتعة الأدبية لكل من يهتم بهذا الفن
الرجاء حذف هذا الملف بعد قراءته و شراء النسخة الأصلية الورقية عند توفرها في الأسواق لدعم استمرارها